

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT**

Patent Number: JP7235729  
Publication date: 1995-09-05  
Inventor(s): YAMADA TAKAO; others: 02  
Applicant(s): NICHIA CHEM IND LTD  
Requested Patent: ☐ JP7235729  
Application Number: JP19940022671 19940221  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01S3/18; H01L33/00  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:** To permit continuous oscillation at a room temperature by a laser element composed of a laser diode chip formed of gallium nitride compound semiconductor with a sapphire substrate by improving heat dissipation from the chip.  
**CONSTITUTION:** A laser diode chip is formed by laminating a gallium nitride compound semiconductor layer 2 on a sapphire substrate 1. A positive electrode 4 and a negative electrode 3 are formed on the same side of the laser diode chip and a positive electrode 44 and on the other hand a negative electrode 33 are metallized on the same side on an insulating heat sink 20. A laser diode chip 10 is placed and connected on the heat sink 20 so as to permit the electrodes to face each other.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(10) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-235729

(43) 公開日 平成7年(1995)9月5日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H01S 3/18				
H01L 33/00		C		
		N		

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平6-22871

(22) 出願日 平成6年(1994)2月21日

(71) 出願人 000228067

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 山田 孝夫

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 向井 孝志

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 中村 修二

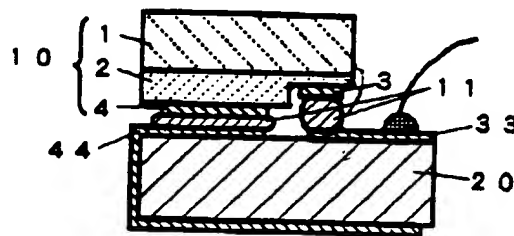
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体レーザ素子

(57) 【要約】

【目的】 サファイアを基板とする窒化ガリウム系化合物半導体よりなるレーザダイオードチップをレーザ素子として使用するにあたり、チップの放熱効率を向上させ、常温で連続発振可能なレーザ素子を提供する。

【構成】 サファイア基板1上に積層された窒化ガリウム系化合物半導体層2よりなるレーザダイオードチップは、同一面側に正電極4と、負電極3が形成されており、一方絶縁性のヒートシンク20は同一面側に正電極44と負電極33とがメタライズされており、それらの電極同士が対向するようにレーザダイオードチップ10がヒートシンク20上に載置されて接続されている。



R009731

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 サファイア基板の表面に窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、その窒化ガリウム系化合物半導体層の同一面側に正、負一對の電極が形成されてなるレーザダイオードチップが、同じく同一面側に正、負一對の電極パターンがメタライズされた絶縁性のヒートシンクに、互いの電極同士が対向するように載置されてなることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体レーザ素子。

【請求項2】 前記窒化ガリウム系化合物半導体層はサファイア基板側から順に、 $\text{GaN}$ 、 $\text{GaAlN}$ または $\text{AlN}$ よりなるバッファ層と、 $n$ 型 $\text{GaN}$ よりなる $n$ コンタクト層と、 $n$ 型 $\text{GaAlN}$ よりなるクラッド層と、ノンドープ $n$ 型 $\text{InGaIn}$ または $\text{Si}$ ドープ $n$ 型 $\text{InGaIn}$ よりなる活性層と、 $p$ 型 $\text{GaAlN}$ よりなるクラッド層と、 $p$ 型 $\text{GaIn}$ よりなる $p$ コンタクト層とが積層されてなることを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体レーザ素子。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は窒化ガリウム系化合物半導体 ( $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ,  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ) を用いたレーザ素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 窒化ガリウム系化合物半導体は短波長レーザの材料として知られており、例えば特開平4-242985号公報には、窒化ガリウム系化合物半導体が $\text{SiC}$ 、 $\text{Si}$ 、サファイア、 $\text{GaN}$ 等の基板上に積層されてなるレーザダイオードチップ（以下、レーザチップという。）が開示されている。また特開平4-213878号公報には、窒化ガリウム系化合物半導体が $\text{ZnO}$ 基板上に積層されてなるレーザチップを、 $\text{ZnO}$ 基板とヒートシンク面とを電気的に接続して載置したレーザ素子が開示されている。このように窒化ガリウム系化合物半導体は種々の基板上に積層されてレーザチップとされ、そのレーザチップがヒートシンクに載置されてレーザ素子とされるが、現在未だ実現されたものはない。

【0003】 ところで、我々は1994年11月末に、世界で初めて実用レベルに達した光度1000mcdの青色発光ダイオードを発表した。その青色発光ダイオードはサファイア基板の上に窒化ガリウム系化合物半導体を積層してなり、さらに $p-n$ 接合を有するダブルヘテロ構造である。サファイア基板の上に窒化ガリウム系化合物半導体を積層したダブルヘテロ構造で1000mcdの青色発光ダイオードが実現されれば、この構造でレーザ素子を実現するには現在最も有望であり、そのレーザ素子の実現が切望されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 サファイアを基板とするダブルヘテロ構造の窒化ガリウム系化合物半導体より

なるレーザチップを用いてレーザ素子を実現する場合、周知のようにチップの発熱を放熱するために熱伝導性の良いヒートシンクに載置する必要がある。（ヒートシンクは狭義でサブマウントと呼ばれることもあるが、本願ではサブマウントも合わせ、レーザチップが載置されて、その熱を放熱させる部材をヒートシンクという。）ヒートシンクに効率よくレーザチップの発熱を放熱できれば、レーザ素子の常温発振が可能となり、ひいてはレーザ素子の長寿命化を実現することができる。

【0005】 従って本発明はこのような事情を鑑み成されたものであり、その目的とするとことは、サファイアを基板とする窒化ガリウム系化合物半導体よりなるレーザチップをレーザ素子として使用するにあたり、チップの放熱効率を向上させ、常温で連続発振可能なレーザ素子を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 我々は、窒化ガリウム系化合物半導体よりなるレーザチップをヒートシンクに載置するにあたり、このヒートシンクに予め正、負両方の電極をパターン形成し、これらの電極に、レーザチップの電極を接続して載置することにより、上記目的が達成できることを見いだした。即ち本発明の窒化ガリウム系化合物半導体レーザ素子は、サファイア基板上に窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、その窒化ガリウム系化合物半導体層の同一面側に正、負一對の電極が形成されてなるレーザチップが、同じく同一面側に正、負一對の電極パターンがメタライズされた絶縁性のヒートシンクに、互いの電極同士が対向するように載置されてなることを特徴とするものである。

【0007】 本発明のレーザ素子の構造を図1に示す。1はサファイア基板、2は窒化ガリウム系化合物半導体層、3と4は窒化ガリウム系化合物半導体層2の同一面側に設けられた負電極と正電極であり、レーザチップ10は基本的に1、2、3、4よりなっている。一方、レーザチップ10を載置するヒートシンク20は絶縁性、高熱伝導性の材料よりなり、その表面にはチップ10の負電極3および正電極4と対応する位置にパターンメタライズされたヒートシンク20の負電極33および正電極44が形成されている。そしてレーザチップ10の電極と、ヒートシンク20の電極とが対向するように、チップの負電極3とヒートシンク10の負電極33、およびチップの正電極4とヒートシンクの正電極44とが導電性材料11を介して接続されている。

【0008】 本発明のレーザ素子を構成するレーザチップ10の窒化ガリウム系化合物半導体層2には、種々のダブルヘテロ構造が提案されているが、その中でも図4に示すように、サファイア基板1の表面に、 $\text{GaN}$ 、 $\text{GaAlN}$ または $\text{AlN}$ よりなるバッファ層と、 $n$ 型 $\text{GaN}$ よりなる $n$ コンタクト層と、 $n$ 型 $\text{GaAlN}$ よりなるクラッド層と、ノンドープ $n$ 型 $\text{InGaIn}$ または $\text{Si}$ ド

ーブn型InGa<sub>N</sub>よりなる活性層と、p型GaAlNよりなるクラッド層と、p型Ga<sub>N</sub>よりなるpコンタクト層とが積層されたダブルヘテロ構造を用いることが最も好ましい。この構造の窒化ガリウム系化合物半導体層が現在常温で優れたレーザ発振を示す。

【0009】一方、ダイオードチップを載置するヒートシンク20にはダイヤモンド、AlN、cBN、SiC、Si、BeO等の高熱伝導性を有し、絶縁性の材料を好ましく用いることができる（但し本明細書において、絶縁性とは半絶縁性のもを含むものとする。）。これらの材料に蒸着、スパッタ等の薄膜形成技術を用いて、同一面側に電極パターン44、33をメタライズできる。図1はメタライズされた正電極44がヒートシンク20の周縁部と連続して、ヒートシンク20の底部にまでパターンニングされている。このように、ヒートシンク20表面にメタライズする二種類の電極の内のいずれか一方をヒートシンクの裏面（レーザチップが載置される面と反対面）まで連続形成することにより、金属ステム21と導通が図れるので、レーザチップの熱が電極を

通って直接逃げやすくなる。またワイヤボンディングの工程を減らすことができる。

【0010】また、レーザチップの電極3、4と、ヒートシンクの電極33、44とを直接接続する導電性材料11には、例えばAuSn、PbSn、In、AuSi等のはんだ材を用いることができる。

【0011】図2は、図1に示すレーザ素子を金属ステム21に実装した際の斜視図を示しており、パターンメタライズされた正電極44をヒートシンク20の裏面まで形成していることにより、金属ステム21と正電極44とを直接接続でき、ヒートシンクの放熱効果を高めている。

【0012】図3は本発明の他の実施例に係るレーザ素子の構造を示す模式断面図であり、ヒートシンク20の正電極44をヒートシンク20の裏面まで形成せず、負電極33と同様に同一平面上に形成して、レーザチップ10の電極と導電性材料11を介して接続し、メタライズ電極33、44にワイヤボンディングしている。このように、両方のメタライズ電極33、44をワイヤボンディングして電源と接続することも可能である。

【0013】

【作用】ところで、本願に類似したレーザ素子として、特開平1-184895号公報に、二種類の電極がメタライズされたヒートシンクの一方向の電極上にレーザチップが載置された素子が示されている。この技術はヒートシンク上に設けられた電極のいずれか一方にレーザチップの底面電極を接続し、もう一方のチップの上面電極と、ヒートシンクのもう一方の電極とをワイヤボンディングすることにより、ボンディング線の長さを短くしてインダクタンスの低減を図るものである。

【0014】これに対し本発明のレーザ素子は、前にも

述べたように窒化ガリウム系化合物半導体よりなるレーザチップの放熱効果を高め、常温で連続発振を実現することを目的とする。そしてその構成は、レーザチップの同一面側に設けた電極と、ヒートシンクの同一面側に設けた電極とを直接接続している。このように同一面側に設けた電極同士を直接接続しているため、チップの発熱が正、負両方の電極面から直接ヒートシンクに効率よく伝わり、放熱効果が格段に向上して常温でのレーザ発振が可能となる。さらに副次的効果として、前記技術に比べ、チップとヒートシンクとの接続にはワイヤボンディングを必要としないので、実質的にボンディング線の長さは0となり、さらなるインダクタンスの低減を実現できることはいうまでもない。

【0015】

【実施例】サファイア基板1の表面に、Ga<sub>N</sub>よりなるバッファ層と、n型Ga<sub>N</sub>よりなるn-コンタクト層と、n型GaAlNよりなるn-クラッド層と、ノンドープn型InGa<sub>N</sub>よりなる活性層と、p型GaAlNよりなるp-クラッド層と、p型Ga<sub>N</sub>よりなるp-コンタクト層とが順に積層されたウェーハを用意する。

【0016】次にpコンタクト層の表面に所定の形状のマスクを形成し、エッチングによりp-コンタクト層、p-クラッド層、n-活性層、およびn-クラッド層の一部を取り除き、n-コンタクト層を露出させる。

【0017】マスクを除去した後、p-コンタクト層の表面に図4に示すように、SiO<sub>2</sub>よりなる絶縁膜を所定の形状で形成し、さらにその絶縁膜の上から正電極4を形成する。また露出したn-コンタクト層の表面にも負電極3を所定の形状で形成することによりレーザチップ10を得る。なおこれらの電極、絶縁膜は先ほどのマスクを形成した技術と同じフォトリソグラフィ技術を用いて形成した。

【0018】一方、AlNよりなるヒートシンク20を用意し、このヒートシンク20の表面に同様にフォトリソグラフィ技術により、図1および図2に示すような形状で、正電極44、負電極33の電極パターンをAuで形成する。

【0019】次に前記レーザチップ10の正電極4、および負電極3と、前記ヒートシンクの正電極44、および負電極33とが互いに対向するように載置し、電極間をAuSnで接続する。

【0020】以上のようにして得た本発明のレーザ素子をステムに実装して、電極間に通電したところ、室温において、しきい値電流1kA/cm<sup>2</sup>で380nmの発光波長でレーザ発振を確認した。さらに同条件で連続して発振させたところ24時間もの寿命を示した。また前記レーザチップのバッファ層をAlN、およびGaAlNとした場合においても同一の結果が得られた。

【0021】【比較例】AlN全面にAuがメタライズされたヒートシンクを用意し、図5に示すように、この

ヒートシンクに実施例で得られたレーザチップ10をサファイア基板面が接するようにして載置する。さらに、正電極4とヒートシンクのAuとをワイヤーボンンドし、負電極を他のメタルポストに接続した後、それらの電極間に通電したところ、同じく、しきい値電流1kA/cm<sup>2</sup>で常運転を示したが、わずか数十秒間で切れてしまった。

【0022】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のレーザ素子は窒化ガリウム系化合物半導体の両電極と、ヒートシンクにメタライズされた電極とを同時に接続しているので、レーザチップの放熱が非常によい。これにより常温で24時間もの連続発振を示した。将来、この連続発振時間をさらに延長し実用可能域にまで高める上で本発明のレーザ素子は非常に有用である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るレーザ素子の構造を示す模式

断面図。

【図2】 図1のレーザ素子を金属ステムに実装した際の斜視図。

【図3】 本発明に係る他のレーザ素子の構造を示す模式断面図。

【図4】 本発明に係るレーザチップの構造を示す拡大模式断面図。

【図5】 比較例のレーザ素子の構造を示す模式断面図。

10 【符号の説明】

3・・・レーザチップの負電極

4・・・レーザチップの正電極

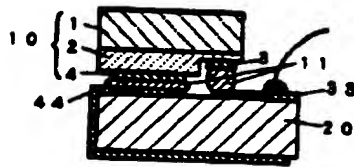
10・・・レーザチップ

20・・・ヒートシンク

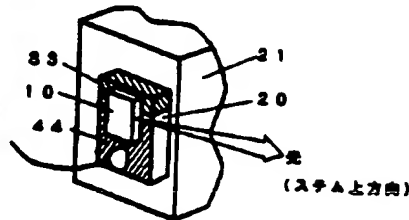
33・・・ヒートシンクの負電極

44・・・ヒートシンクの正電極

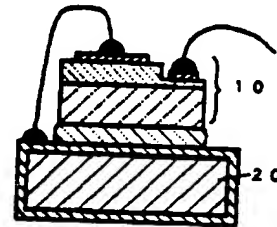
【図1】



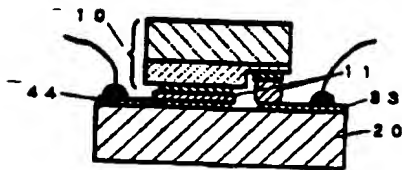
【図2】



【図5】



【図3】



【図4】

